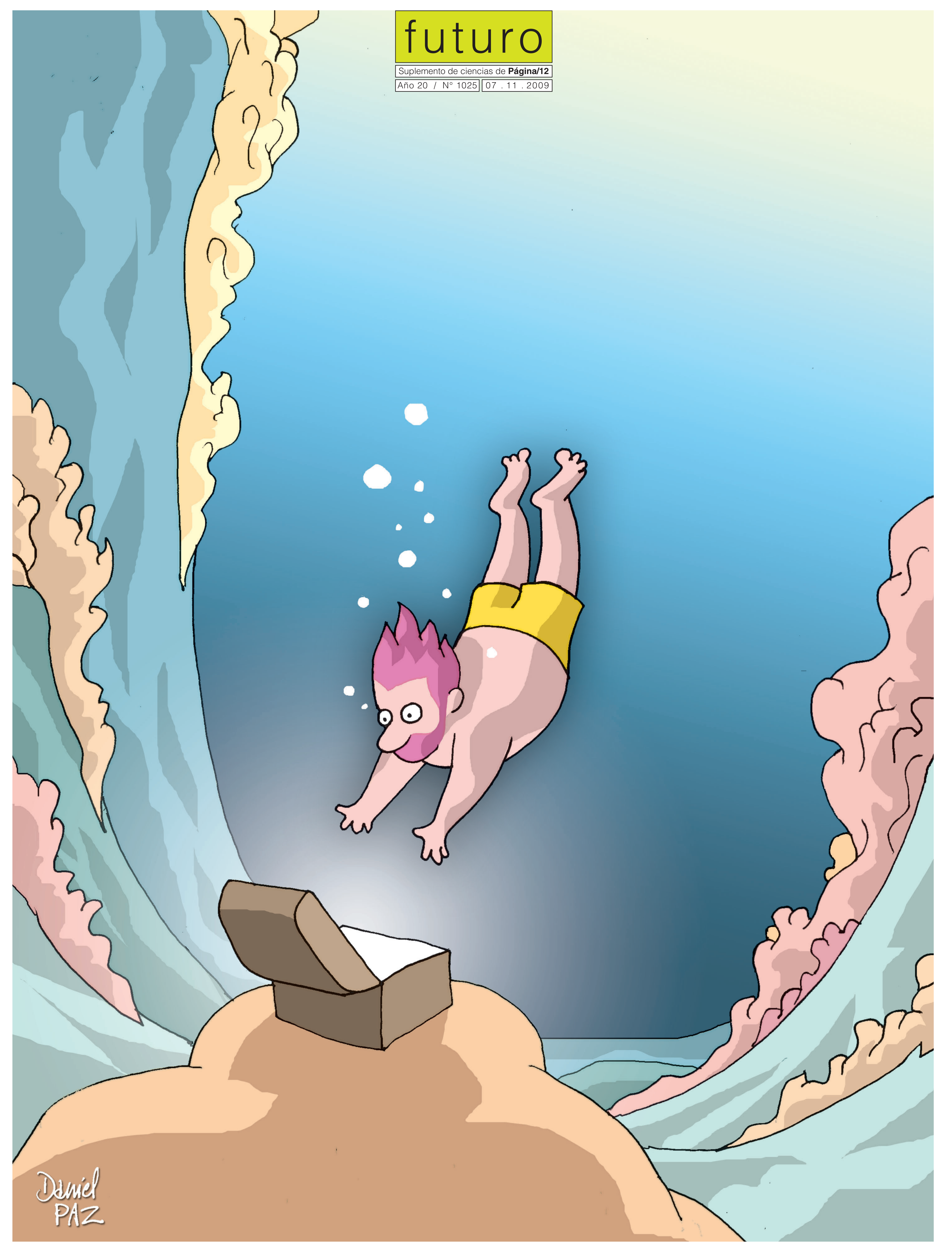
futuro
Suplemento de ciencias de **Página/12**
Año 20 / N° 1025 | 07 . 11 . 2009



HISTORIA DE LA CIENCIA

La computadora de Cicerón

Siempre que puede, **Futuro** se interesa por el pasado, como sabemos. Un pasado que en este caso no se remonta a la época de los Neanderthal sino a la mucho más reciente cultura grecorromana que nos proporciona los restos de un aparato: el dispositivo de Antikhitera, encontrado no bien comenzó el siglo pasado y cuyos usos y aplicaciones siguen siendo dudosos, pero que, según parece, anticipa un mecanismo que recién se inventó en el siglo XIX. Pablo Capanna nos cuenta la historia.

La computadora...

POR PABLO CAPANNA

Hacía unos pocos meses que había comenzado el siglo XX. Unos marineros griegos estaban tratando de recuperar la carga de un barco que se había hundido poco tiempo antes frente a la isla de Antikhitera, entre Creta y el Peloponeso. Fue entonces cuando el buzo Elias Stadiotas descubrió, a 40 metros de profundidad, los restos de un barco mucho más antiguo. Al parecer, pertenecían a una nave mercante de la época romana imperial, que llevaba un cargamento de estatuas y otros objetos de lujo.

En medio de toda la carga rescatada, los buzos encontraron los restos de una caja de madera que contenía algunos engranajes metálicos. Obviamente estaban en estado lastimoso, puesto que habían pasado casi dos mil años en el fondo del mar Egeo.

El objeto no llamó demasiado la atención y fue a parar al Museo Nacional de Atenas. Allí los expertos estimaron que pertenecía a la primera mitad del siglo I a.C., porque el barco se había hundido en el año 87 a.C.

Con los años, las dataciones se fueron precisando. Por ejemplo, se vio que una de las inscripciones que traía la caja hacía alusión a un acontecimiento astronómico del año 77 a.C. Un cálculo mucho más reciente, basado en el diseño de las letras usadas para las inscripciones, permite creer que tendría una antigüedad de algo más que 2 mil años.

El dispositivo estaba armado dentro de un armazón del tamaño y forma de una caja de zapatos, que ostentaba un dial en el frente y dos en la parte opuesta, en los cuales presumiblemente habría agujas que marcaban distintos valores numéricos. Adentro había un mecanismo de relojería formado por treinta engranajes de dientes triangulares, que se supone sería accionado por una o dos manivelas.

Se piensa que quizás hasta podía ser automatizado mediante un reloj de agua, como ocurría en algunos mecanismos de relojería menos complicados de la época, cuya existencia ya conocíamos. Parte de los engranajes se ha perdido, lo cual obliga a conjeturar el funcionamiento de la máquina, pero contamos con reconstrucciones bastante precisas.

Para lo que conocíamos de la época a la cual pertenecía, el aparato resultaba escandaloso, porque no se registraba nada parecido hasta diecinueve siglos después. No se le conocían antecedentes ni consecuentes, ni inmediatos ni mediatos. Simplemente no tendría que haber estado allí.

El aparato pudo haber sido un instrumento para la navegación. Quizá fuera una antigua regla de cálculo, o mejor, un instrumento astronómico; probablemente, un planetario. El arqueólogo griego Valerios Staïs, el primero que se ocupó del artefacto, pensó que era un reloj. Otros preferían cambiar la edad del barco y pensar que el hundimiento había sido posterior; conjeturaron que el aparato era un producto medieval, como si en el Medioevo hubiesen existido artesanos capaces de hacer algo parecido. Con el tiempo, no faltarían quienes trajeran a colación a los atlantes o a los extraterrestres, pero todavía no les había llegado la hora.

OBSTINADO RIGOR

Las cosas cambiaron sustancialmente en 1951 cuando llegó a Atenas Derek de Solla Price, un profesor de Historia de la ciencia de Yale que se había enterado de la existencia del artefacto de Antikhitera y venía dispuesto a estudiarlo. El primer examen de la pieza fue para Price un descubrimiento tan sorprendente "como encontrar un avión en la tumba de los faraones", según dijo en un rapto de entusiasmo.

Price (1922-1983) era un experto que ya se había dedicado a restaurar astrolabios y otros instrumentos medievales. Sin embargo, lo que luego lo haría famoso serían sus trabajos en otro campo, cuando puso en marcha una nueva disciplina llamada Cienciometría, la ciencia que estudia a la comunidad científica y su cultura como si se tratara de cualquier otra sociedad.

En este campo, Price hizo algunas predicciones sobre el crecimiento exponencial de las inversiones en investigación científica y su saturación en el mediano plazo, que los hechos no hicieron más que corroborar años después.

Museo Arqueológico Nacional de Atenas



RECONSTRUCCION DEL MECANISMO DE ANTIKHITERA.

Cuando Price se enfrentó con el aparato de Antikhitera, también comenzó planteándose que podía ser un precursor de los relojes mecánicos. Cuando logró restaurarlo e hizo las primeras conjeturas sobre su funcionamiento, dio a conocer los primeros resultados en un artículo del *Scientific American* de 1959.

El artefacto ya había pasado a ser la obsesión de Price, quien en los años siguientes apelaría a tecnologías más avanzadas. Fotografió con rayos X y gamma el bloque calcáreo que encerraba a las piezas metálicas, para descifrar su funcionamiento. El último trabajo que le dedicó al tema fue "Engranajes de los griegos", de 1974, que no despertó demasiados ecos.

Price terminó sus días convencido de que para 1975 el aparato se había vuelto a hundir, esta vez no en el mar sino en el olvido. El tema ha vuelto recientemente a despertar interés entre los investigadores, que ahora disponen de recursos como la tomografía, y a esta altura puede decirse que se han hecho algunos avances.

LOS INGENIEROS ALEJANDRINOS

Los avances en el estudio del artefacto de Antikhitera han despertado en algunos científicos griegos un entusiasmo un tanto exagerado y quizá teñido de nacionalismo, al punto que hubo quien lo definió como "el Partenón de la tecnología". No ha faltado un astrónomo que, incursionando en la ucronía, afirmó con toda seriedad que, de no haber caído bajo la dominación romana, los griegos hubieran llegado a la Luna en pocos siglos. Es claro que para eso antes hubieran tenido, por lo menos, que consolidar el fragmentado imperio de Alejandro, pero ése es otro tema.

De todos modos, los mecanismos de relojería, por cierto mucho más simples que el de Antikhitera, no eran tan extraños en la época helenística.

Entre los siglos III y II a.C., hubo un florecimiento de la ciencia en torno del Museo de Alejandría, con nombres como Euclides, Arquímedes y Aristarco. También fue la mejor época para la tecnología griega, que contó con una figura como Herón (s. II a.C.), que algunos historiadores llamaron "el Edison de la antigüedad".

Ya fueran de Herón, Ctesibio o alguno de sus discípulos, sabemos de notables inventos que utilizaban engranajes, como la *dioptra*, una suerte de teodolito usado en agrimensura; el *barylko*, un aparato para levantar grandes pesos; y sobre todo el *odómetro*, un dispositivo que permitía calcular distancias contando las vueltas que daban las ruedas de los carros.

En julio de 2006 se encontró en Olbia (Cerdeña) un trozo de engranaje con dientes similares a los modernos. Según los arqueólogos pertenece a un planetario que representaba las posiciones de los astros en la esfera celeste y se lo atribuye nada menos que a Arquímedes, quien escribió un tratado (hoy perdido) explicando los pormenores de su construcción.

Como es sabido, a Arquímedes lo mató un soldado romano cuando lo sorprendió enfrascado en sus cálculos para la defensa de Siracusa. Pero Cicerón decía haber tenido ocasión de examinar el planetario que había construido el matemático y físico griego, y había sido llevado a Roma como botín de guerra por el cónsul Marcelo.

EL DIFERENCIAL

¿Qué es lo que hace que el dispositivo de Antikhitera siga siendo único? Aun considerando el contexto técnico de su tiempo, el artefacto parece ser la punta de un iceberg. Se diría que es el prototipo que nos ha quedado de una tecnología muy avanzada para su tiempo, que lamentablemente se abortó.

Si los mecanismos de relojería ya eran conocidos entre los alejandrinos, el artefacto cuenta con una pieza vital, *el diferencial*, que recién sería reinventado muchos siglos después.

Cualquier mecánico de autos nos puede explicar que el diferencial es el mecanismo que varía la velocidad angular de las ruedas cada vez que tomamos una curva. Se lo encuentra en autos, trenes y hasta en los rotores del helicóptero. Gracias al diferencial, el árbol de transmisión mueve a los paliers, mediante unos engranajes que, curiosamente, todavía se llaman planetario y satélite.

Lo importante está en que la invención del diferencial es reciente. Se le atribuye, nacionalismo de por medio, al relojero francés Pécqueur (1828) o a los ingleses Willis (1841) y Starley (1877), que vivieron unos mil novecientos años más tarde que Arquímedes.

¿Para qué servía el instrumento de Antikhitera? Cada vez más se afirma la hipótesis de que el artefacto era un planetario. Se supone que permitía calcular la salida del Sol, las fases de la Luna, los movimientos de los cinco planetas entonces conocidos, los equinoccios, varios ciclos astronómicos, los meses y los días. Estudios recientes revelaron rastros de las inscripciones "Nemea" y "Olimpia", lo cual indicaría que también servía para fijar la fecha de los Juegos de Nemea y los panhelénicos de Olimpia.

Más interesante aún es el hecho de que el planetario parece haber sido construido sobre la base del sistema heliocéntrico, que habían imaginado los pitagóricos siglos antes, pero que para entonces contaba con muy pocos defensores. En esos tiempos, Aristarco (s. III) lo había formulado como hipótesis, pero muy pocos se habían interesado en él.

Copérnico conocía un breve texto en el cual se citaba el punto de vista de Aristarco, que parece haber influido de manera decisiva en sus planteos (aunque, notablemente, no lo cita como uno de sus precursores en su gran libro). Se estima que otros astrónomos alejandrinos, como Hiparco, Apolonio y Eratóstenes (que había medido con gran economía de recursos el meridiano terrestre) compartían la tesis heliocéntrica.

El matemático Christopher Zeeman arriesga un poco más, cuando estima que el uso habitual de planetarios pensados para la navegación, que mostraban el movimiento aparente de los astros con centro en la Tierra, pudo haber influido para imponer el geocentrismo como doctrina oficial. Contando con un solo ejemplar del instrumento, parecería legítimo especular que quizás hubieran existido otros, en poder de la comunidad científica de la época. Tenemos una noticia explícita sobre uno de ellos, que quizá nos lleve hasta el propio instrumento de Antikhitera. Otra vez es Cicerón, que como buen romano de su tiempo se interesaba menos por las ciencias duras que por el derecho y la política, quien nos señala al posible inventor. Se trataría del sirio Posidonio de Apamea, de quien se estima que habría vivido en Rodas entre el 140 y el 60 a.C.

Cicerón nos menciona "el planetario construido por nuestro amigo Posidonio, que reproduce los movimientos del Sol, la Luna y los planetas". También se pregunta, con cierta displicencia imperial, si los bárbaros de Citia o Bretaña, de conocerlo, podrían llegar a entender que era el trabajo de un hombre o lo creerían sobrenatural.

Una de las paradojas que plantea el instrumento de Antikhitera es cómo pudieron coexistir una ciencia tan avanzada con una tecnología todavía bastante precaria. La otra es por qué la ciencia griega o su sucesora la romana no dieron un salto análogo a la revolución industrial, y se fueron estancando y decayendo de forma lenta pero sostenida.

La explicación más usual consiste en decir que, en una sociedad donde existía la esclavitud, nadie estaba dispuesto a pensar en máquinas que permitieran ahorrar trabajo, y que por otra parte existía un fuerte prejuicio antitécnico entre los filósofos antiguos.

El historiador Bertrand Gille, en *La cultura técnica en Grecia* (que no menciona al instrumento de Antikhitera), considera que esas explicaciones constituyen un círculo vicioso: al despreciar el trabajo, se hace necesaria la esclavitud, y el desprecio por los esclavos hace que el trabajo se vuelva despreciable.

La versión de Gille es más sistémica. La cultura grecorromana no fue la única que se estancó en un determinado nivel; al parecer, eso también les ocurrió a los mayas y a los incas. ¿Por qué, en cambio, los ingleses del siglo XVIII pusieron en marcha la revolución industrial? Porque en un momento confluyeron distintos factores que se realimentaron mutuamente; la minería, que llevó a desarrollar la máquina de vapor, la cual empujó el avance de la metalurgia y del transporte, y requirió nuevos avances de la minería, etcétera. Los griegos no llegaron a reunir esa masa crítica, que hubiera cambiado la historia.

LIBROS Y PUBLICACIONES

HOY LA UNIVERSIDAD

Revista de la Universidad Nacional de Córdoba
Primer Número



La verdad es que me sentí muy honrado (no me gusta la palabra, pero no encuentro otra) por el hecho de que me invitaran a presentar el primer número de la revista de la Universidad de Córdoba, junto a la rectora Carolina Scotto; siempre es una buena noticia la publicación del primer número de la revista de una universidad; más aún si se trata de una universidad como la de Córdoba, la más antigua del país, la que motorizó la Reforma, la que acompañó el Cordobazo y muchas otras instancias de la lucha y el movimiento populares. Trato de reconstruir lo que dije en aquel momento, pero las trampas de la memoria son más poderosas que la voluntad (allí están Funes y el Zahir para recordarlo).

Lo cierto es que no tendría sentido aquí abundar sobre los temas centrales de esta primera entrega (Chagas, ley de Comunicación, problemática del agua o un homenaje a Agustín Tosco); lo que sí vale la pena señalar es que *Hoy la Universidad* se asume como lo que debe ser: un producto imperfecto, como lo debe ser la universidad. Un producto imperfecto es un flujo hacia el progreso, hacia el mejoramiento, hacia la definición imposible de la lucha entre el lenguaje y el pensamiento, éste pretendiendo siempre más, aquél tratando de hacerle morder el freno y rodando entrelazados y en pugna, hacia el futuro.

Una revista universitaria es un hecho de conocimiento y, como todo conocimiento, debe ser parcial, debe ser ingenuo, debe asumirse como una docta ignorancia que tensa las líneas del pensamiento (y perdonen si repito la palabra) hacia el futuro. Sí, y es de este modo como **Futuro** le da la bienvenida a *Hoy*: curiosa conjunción de palabras que lo resume todo: futuro, hoy. Y ese complemento inevitable que les da sentido: la memoria.

LEONARDO MOLEDO
leonardomoledo.blogspot.com

AGENDA CIENTIFICA

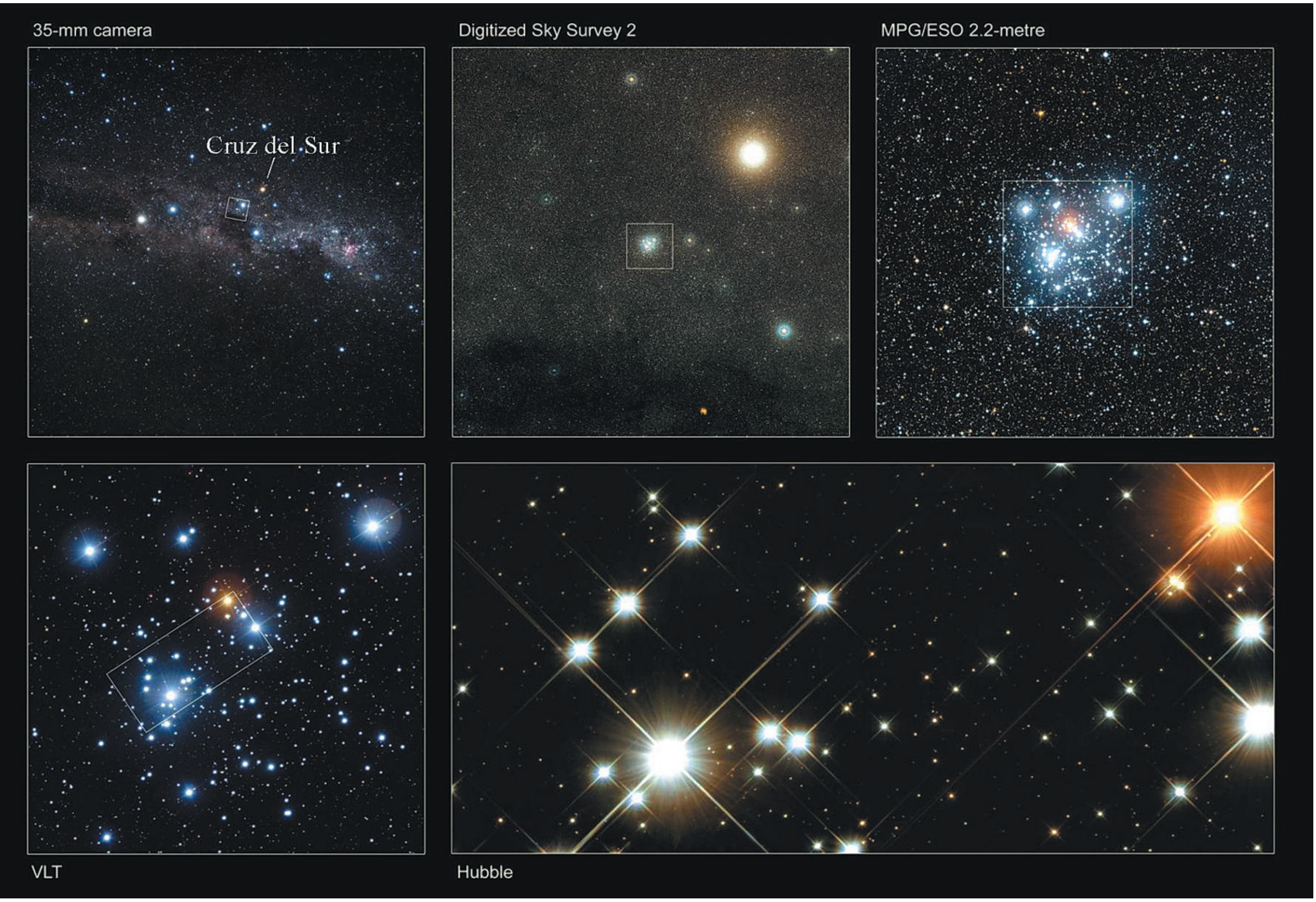
CONVOCATORIA A BECAS DE POSGRADO

El Instituto de Tecnología Jorge A. Sabato –uno de los centros de referencia en ciencia de materiales que funciona en el Centro Atómico Constituyentes y que depende de la Universidad Nacional de San Martín– informa que se encuentra abierta la convocatoria a becas completas para interesados de todo el país en estudiar, bajo la modalidad de dedicación exclusiva, las carreras de Ingeniería en Materiales; la Maestría en Materiales; el Doctorado en Materiales y, también, la Especialización en Ensayos no Destructivos. Todos aquellos alumnos que rindan el examen de nivel en forma satisfactoria obtendrán una vacante en la carrera Ingeniería en Materiales y automáticamente se les ofrecerá una beca.
Para más información, los interesados pueden visitar el sitio web del instituto: http://www.isabato.edu.ar o enviar un correo electrónico a isabato@cnea.gov.ar

REVELADORAS Y PROFUNDAS IMAGENES DE UN CLASICO DEL CIELO

"Caja de Joyas"

NASA/ESA



SECUENCIA DE IMAGENES QUE NOS ACERCA A LA "CAJA DE JOYAS", UN FAMOSISIMO CUMULO ESTELAR ABIERTO SITUADO JUNTO A LA CRUZ DEL SUR.

POR MARIANO RIBAS

"Es un cofre de piedras preciosas, de variados colores..."
Sir John Herschel, astrónomo británico (1792-1871)

No existe libro de astronomía que no hable de la "Caja de Joyas". Ni existe astrónomo aficionado –al menos de este hemisferio– que no se haya dejado tentar por su innegable e hipnótico atractivo. Se trata de una joven familia de un centenar de soles, perdida a más de 6 mil años luz del Sistema Solar. A simple vista no es más que un pálido manchoncito de luz, pegado a la aún más famosa constelación de la Cruz del Sur. Pero los telescopios la rescatan en toda su gloria y belleza, típicamente astronómica. Y muy especialmente cuando esos telescopios son verdaderamente "premium": hace unos días se publicaron nuevas imágenes de la "Caja de Joyas" tomadas por algunos de los monstruos ópticos más célebres y poderosos de la actualidad. Incluyendo al Hubble, por supuesto. Son nuevas vistas que no sólo deslumbran sino que revelan aspectos inéditos de este auténtico icono de los cielos australes.

BAYER, LACAILLE Y HERSCHEL

Primero, un poco de historia. La primera referencia explícita a esta pequeña maravilla celeste la encontramos en *Uranometría* (1603), el notable catálogo estelar del astrónomo alemán Johann Bayer. En realidad, allí se hace referencia a Kappa Crucis, la estrella más brillante de la "Caja de Joyas", visible a ojo desnudo muy cerca (apenas 1) de la mucho más brillante Beta Crucis, uno de los extremos del palo menor de la Cruz del Sur. Sin embargo, su verdadera naturaleza no fue revelada hasta enero de 1752, cuando Nicolas Louis de Lacaille la observa con un pequeño telescopio desde Sudáfrica y la incorpora a su lista de "estrellas y cúmulos nebulosos". Por entonces, el astrónomo francés sólo hizo referencia a "5 o 6 estrellas"; pero con el tiempo, los telescopios revelaron que, en realidad, se trataba de una agrupación compacta y con forma de "A", con varias decenas de integrantes. Una preciosa colección de estrellas, mayormente azules y celestes, pero también amarillas, blancas, y alguna que otra verdosa, todas revoloteando alrededor de la más notable del grupo: justamente, la brillante y anaranjada Kappa Crucis. Ante semejante panorama en el ocular de su telescopio, la cita inicial de John Herschel (hijo de William, el descubridor de Urano) resulta por demás comprensible.

"CUMULO ABIERTO"

Y bien, resulta que la "Caja de Joyas", Kappa Crucis o simplemente NGC 4755 (su entrada formal en el *New General Catalogue* de fines del siglo XIX) es un típico cúmulo abierto. Una agrupación de estrellas que nacieron más o menos todas al mismo tiempo, en una misma zona del espacio, a partir del lento colapso gravitatorio de alguna nube de gas y polvo interestelar (una nebulosa). Las estrellas que forman los cúmulos abiertos son realmente hermanas: tienen un origen común, edades y composiciones químicas muy parecidas, y además, claro, están bastante juntas en el espacio (al menos, mucho más juntas que las estrellas "sueltas" del resto de la galaxia, como el Sol). Con el correr de los millones de años, las estrellas que forman los cúmulos abiertos evolucionan, envejecen, y se van diseminando lentamente, hasta que nada queda de aquella cofradía inicial. Nuestra galaxia, la Vía Láctea, contiene miles de cúmulos abiertos y prácticamente todos se ubican en su plano principal, formando parte de sus grandes brazos en espiral. Ahora, hundiendo sus poderosas miradas en las profundidades de la Vía Láctea, los telescopios del siglo XXI nos acercan a una de esas miles de familias estelares.

UN CLASICO CON OJOS MODERNOS

Y no es casual: dadas sus características singulares, los cúmulos abiertos son verdaderos laboratorios, donde los astrónomos pueden estudiar y comparar la vida y la evolución de las estrellas. Por su brillo, variedad de estrellas y relativa cercanía (6400 años luz), la "Caja de Joyas" siempre ha sido un objeto de estudio por demás interesante y ahora se lo abordó con una verdadera armada de telescopios: el europeo MPG/ESO, el colosal VLT y el veterano, remozado e invencible Telescopio Espacial Hubble . Cada uno de estos aparatos logró una perspectiva diferente del cúmulo estelar. Y así se armó este mosaico fotográfico, presentado hace unos días por el ESO (Observatorio Europeo del Austral) y la NASA. Vamos por partes: las dos primeras imágenes simplemente nos ayudan a situar la posición de la "Caja de Joyas" en el cielo, allí, junto a la Cruz del Sur. La que sigue, arriba a la derecha, es la foto del MPG/ESO, y nos muestra el cúmulo en un plano cercano, quedando en evidencia su brillante identidad de grupo con respecto al mar de estrellas de la Vía Láctea. Luego, abajo a la izquierda, está la exquisita imagen del VLT, donde claramente vemos el juego de colores de aquel conjunto de soles lejanos. Finalmente, un plano muy cercano del Hubble, centrado en el corazón del cúmulo: nunca antes se hundió tanto la mirada en la "Caja de Joyas". Pero, además, el Hubble construyó esta vista combinando imágenes visibles, ultravioletas e infrarrojas, mostrando detalles inéditos. ¿Y qué nos dicen las fotos? Lo más evidente, claro, es el contraste entre Kappa Crucis (naranja) y sus compañeras: en realidad, se trata de una "supergigante roja", una estrella enorme, muy masiva, pero también muy anciana. Es la "abuela" del grupo. Y está quemando sus últimos cartuchos antes de estallar como supernova. Este viejo sol anaranjado alguna vez fue como sus vecinas más notables, esas jóvenes estrellas azules, muy masivas y calientes. Y ellas, alguna vez, dentro de millones de años, serán como Kappa Crucis.

MIRANDO EL CIELO

A partir de diversos parámetros (en especial masa, brillo y análisis espectral) los astrónomos deducen que la "Caja de Joyas" tiene "apenas" 15 millones de años. Y que, dentro de otro tanto, todas esas estrellas azules –que hoy le dan ese atractivo y esa silueta tan particulares– se habrán convertido inexorablemente en supergigantes rojas. O directamente ya habrán muerto.

En un futuro no tan remoto en términos astronómicos, la "Caja de Joyas" será un triste páramo de agonía estelar. Todo habrá sido un fugaz episodio en la larga historia de nuestra galaxia. Por eso somos afortunados: nos ha tocado en suerte disfrutar de la breve pero intensa primavera de aquella colección de soles surtidos y amigables. Salgamos a su encuentro. No hace falta el Hubble ni el VLT. Primero ubiquemos a la Cruz del Sur en el cielo. Luego, a la estrella más brillante de su palo menor. Y junto a ella, ayudados por un simple binocular, veremos un compacto triangulito de estrellas. ¿Parecen una "A"? ¿Y hay una anaranjada en el medio? Sí, allí está el auténtico "cofre de piedras preciosas" de la Vía Láctea.